

РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИКИ, ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ВЛИЯНИЕ РОБОТИЗАЦИИ НА МИР В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

Сяо Цзэсяо Email: Xiao6106@scientifictext.ru

Сяо Цзэсяо - магистр, студент,
факультет систем управления и робототехники,
Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики,
г. Санкт-Петербург

Аннотация: в статье рассмотрены основные направления и прогнозы применения робототехники и искусственного интеллекта в современном мире. Технологии больших данных сталкиваются с новыми проблемами, будучи применяемыми к задачам робототехники, которые в свою очередь характеризуются не только многомерным пространством входных данных, но и к тому же многомерным, непрерывно вычисляемым пространством выходных данных. Этот огромный цикл создания данных и обучения должен привести к значительному прогрессу в робототехнике и в то же время обогащению наук, смежных с большими данными, развивая такие области как инкрементное и интерактивное обучение. Примером направления, тесно связанным с большими данными, является SLAM технология. В представленной работе заключены основные понятия о технологии.

Ключевые слова: SIAM, робототехника, фильтр Калмана, большие данные, рынок робототехники, RAVE, андроид, медицинские роботы пандемия.

DEVELOPMENT OF ROBOTICS, ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE IMPACT OF ROBOTICS ON THE WORLD UNDER COVID-19 PANDEMIC

Xiao Zexiao

Xiao Zexiao - Master, Student,
FACULTY OF CONTROL SYSTEMS AND ROBOTICS,
NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY OF INFORMATION TECHNOLOGIES, MECHANICS AND OPTICS,
ST. PETERSBURG

Abstract: the article discussed the main directions and forecasts of the use of robotics and artificial intelligence in the modern world. Big data technologies face new challenges when applied to robotics problems, which in turn are characterized not only by a multidimensional input space but also by a multidimensional, continuously computable output space. This huge cycle of data creation and learning should lead to significant advances in robotics and, at the same time, enrich the sciences related to Big Data, developing areas such as incremental and interactive learning. An example of a direction closely related to big data is SLAM technology. The presented work contains the basic concepts of technology.

Keywords: SIAM, robotics, Kalman filter, big data, robotics market, RAVE, android, medical robots pandemic.

Технологии будущего всегда интересовали широкую общественность, с любопытством обсуждающую новый сюжет фантастической книги или фильма. Серьезность восприятия темы резко повышается, когда прогнозы влияния робототехники и искусственного интеллекта (далее - ИИ) на жизнь человека обсуждают ученые, специалисты и представители бизнеса. Данная тема для современного научного сообщества является актуальной, ей посвящено множество разработок, внедрений и научных работ.

Все больше исследователей и специалистов предостерегают четвертую технологическую революцию. Однако споры между теми, кто считает, что технологии помогут решить социальные проблемы, и теми, кто видит угрозу мироустройству, до сих пор продолжаются. Один из способов прояснить дискуссию - распространение знаний о робототехнике и ИИ посредством публикаций, раскрытия информации о результатах исследования в мировой и национальной науке; разъяснение для широкой общественности социальной ценности робототехники и ИИ глазами ученых; прикладной аспект применения в жизнедеятельности полезных разработок в данной области.

В истории робототехники и ИИ выделяют четыре периода, которые объединяют несколько областей исследований, где данная проблема рассматривается как комбинированная междисциплинарная перспектива.

Первый период - начало 80-х XX ст. - возникновение области ИИ в образовании (AIED) в целях повышения эффективности практических навыков и улучшении результатов обучения учащихся с помощью компьютеров [14], а также исследования возможностей интеллектуальных систем обучения (гипертекстовые системы, компьютерное совместное обучение (CSCL)). Апробация методов обучения - гипермедиа, обучение на основе наблюдений, самообъяснения, запросов [3-5].

Второй период - начало 90-х - 2000 гг. - практика применения совместного обучения; взаимодействие, саморегуляция и мотивация - основные концепции совместного обучения [6; 7].

Третий период - 2000-2011 гг. - внедрение интерактивных обучающих систем в целях коррективы процесса обучения, например, метод Educational Data Mining (EDM), больших наборов данных и расширенные взаимосвязи между ними [8; 9].

Четвертый период - 2011 г. - формирование научного направления Learning Analytics (LA), сосредоточенного на исследованиях сложных процессов обучения, а также на междисциплинарных сочетаниях информатики, психологии образования, инженерии и педагогики [10; 11].

Научные исследования робототехники и ИИ, а также различные попытки улучшить человеческий интеллект и физическое пространство способствовали появлению и восприятию понятия «расширенное общество», т.е. общество, в котором с помощью технологий управляют человеческими чувствами (зрение, слух, тактильные ощущения), использование информации (сбор, хранение, обработка) в окружающей среде для анализа и принятия решений на основе ИИ.

Разнообразные технологии, такие как дополненная реальность (AR), виртуальная реальность (VR), Интернет вещей (ИУТ), ИИ и анализ больших данных, сегодня активно применяются в производстве, медицине, менеджменте, образовании. Это позволяет повысить эффективность всех социальных мероприятий и повысить качество человеческой жизни.

Разработка и внедрение цифровых технологий все больше направлены на трансформацию не только экономического уклада, выполнение высокоточных сложных измерительных процессов и обработку массива данных. Человек хочет наделить машину еще и сознанием.

Могут ли технологии наделить ИИ сознанием? Такие вопросы возникают при взаимодействии человека с социальным роботом. Согласно определению специалиста Массачусетского технологического университета К. Дарлинга, «социальный робот является физически воплощенным, автономным агентом, который общается и взаимодействует с людьми на социальном уровне» [12].

Польский исследователь М. Кличовски выдвигает гипотезу, что люди копируют поведение робота, который сегодня общается с людьми на естественном языке, распознает их действия и эмоции. Технологии стали более интеллектуальными и автономными, они выполняют сложные задачи, принимают решения (ставят диагноз, управляют производством, индивидуализируют обучение). Несмотря на то, что людям не нравятся мнения, генерируемые алгоритмическими машинами, эффективность действий ИИ обычно оценивается достаточно высоко [3].

В РФ особое внимание обращают на развитие цифровых технологий, в основе которых лежит сбор, передача и обработка больших данных. С этой целью в РФ осенью 2017 г. создана ассоциация «Робототехника и искусственный интеллект», зарегистрированная в Российско-Китайско-индустриальном парке «Великий Камень».

По прогнозам специалистов, передовая робототехника и ИИ могут повысить производительность во многих отраслях на 30%, при этом сократив затраты на рабочую силу на 18-33%.

К 2030 г., как считают ученые, спрос на роботов увеличит долю их использования в производственных задачах до 25-45% [4].

Особый интерес использования робототехники и ИИ специалисты видят в образовании. Образование через всю жизнь, или многоконтекстное непрерывное обучение, - требование современности.

Исследователи факультета компьютерных наук университета штата Джорджия в США Д.К. Мандиварапу, Б. Кэмп и Р. Эстрада считают, что непрерывное обучение - одна из самых сложных задач для ИИ. «Непрерывное обучение - это не единичная проблема, а семейство взаимосвязанных проблем, каждая из которых накладывает свой набор ограничений на процесс обучения (например, фиксированная архитектура, отсутствие доступа к данным о предшествующем обучении и т.д.)» [16].

По мнению исследователей, ранее разработанные образовательные платформы (системы), основанные на ИИ и используемые в непрерывном обучении, несовершенны. Они способны выполнять:

- по одной новой задаче за раз;
- каждая задача может быть решена независимо от других задач; задачи имеют метки (т.е. система знает, какую задачу решать в любой момент);
- система не имеет доступа к старым данным обучения.

Для развития непрерывного образования исследователи разработали новую платформу Self-Net, которая использует современные автоэнкодеры для облегчения обучения в течение всей жизни посредством непрерывного автомоделирования. Их эмпирические результаты подтверждают, что данный метод позволяет эффективно получать и сохранять большое количество задач на постоянной основе, сохранять старые обучающие данные и использовать их при повторном обучении; применять скрытое пространство для эксплоатации к новым задачам, используя мало или совсем не обученные данные [13].

Уже сегодня благодаря робототехнике и ИИ решаются социальные проблемы путем автоматизации и обеспечения энергетически устойчивого производства. Робототехника и ИИ задействованы в логистике, проектировании и моделировании различных объектов строительства, автомобилестроения, авиации, кораблестроения, космонавтики. Современные гаджеты - это пример того, как сложное программное обеспечение помогает в планировании и организации работы, обучения и досуга.

Новые глобальные проблемы человечества порождают и новые формы решения. Ставка делается опять же на технологии. Так, появление в 2019 г. вируса COVID-19 способствовало разработке инструмента на

основе ИИ, который ускоряет подбор персонала с контактной информацией для экстренных исследований на вирус [1]. Данные исследования в этой области продолжаются.

Итальянский профессор Дж. Метта, специализирующийся в области биологически мотивированной и гуманоидной робототехники (в частности в разработке роботов-гуманоидов, которые могут адаптироваться и учиться на собственном опыте), считает, что робототехника и ИИ - «это не просто революция реализации нового набора технологий; они устанавливают новые правила, меняю игру через влияние на процесс человечества и его «эволюцию» [8]. По мнению исследователя, роботы будут помогать поддерживать качество жизни в третьем и четвертом возрасте.

Бесспорно, что социальная ценность робототехники и ИИ, превращение информационных технологий в нечто «физическое», возможность вывести робота на новый уровень автономии и безопасности предоставляют огромные возможности.

Однако некоторые аналитики предупреждают о возможности перемещения рабочей силы и социальной дислокации. Хотя сложно предсказать общие сценарии в долгосрочной перспективе, представители Европейской комиссии предупреждают, что к 2050 г. на каждого человека в возрасте старше трудоспособного возраста (> 65 лет) будет приходиться только два продуктивных работника (> 16 лет). Около 29% общего ВВП будет потрачено на социальные выплаты - поддержку пенсий, здравоохранение и программы долгосрочного ухода за инвалидами и престарелыми людьми. Мы станем свидетелями сокращения рабочей силы (а не безработицы) и хронической неспособности поддерживать нуждающиеся слои населения. В странах с развитой экономикой и в депрессивных районах планеты (5/6 населения Земли) робототехника и ИИ вместе с оптимизированным производством и недорогими технологиями производства могут стать идеальной партнерской политикой в области энергетики и здравоохранения [9].

Еще одним страхом внедрения робототехники и ИИ является вопрос управляемости и контроля человека над техникой. Эти опасения высказывают польский философ С.Е. Лец - «Техника дойдет до такого совершенства, что человек сможет обойтись без себя»; британский физик С. Хокинг - «Появление полноценного ИИ может стать концом человеческой расы. ...Возможности людей ограничены слишком медленной эволюцией, мы не сможем тягаться со скоростью машин и проиграем. Машин будут умнее человека»; американский предприниматель и один из основателей Microsoft Б. Гейтс - «Через несколько десятилетий ИИ станет достаточно развитым, чтобы стать причиной для беспокойства» [2].

Несмотря на пессимистические прогнозы современная культура уже неотделима от технологий. Научный подход, исследования и открытия, публикации научных результатов и их распространение - фундаментальная миссия ученых. Знания будут способствовать пониманию, что мы создаем, а их распространение позволит избежать рисков, обосновать будущую исследовательскую научную политику.

Итак, рассмотрим применение больших данных в робототехнике на примере SLAM:

Хотя термин «большие данные» является относительно новым, концепция уже давно стала частью мира робототехники. Согласно оперативному определению робототехники речь идет о многократном выполнении следующей трехэтапной последовательности: сбор данных, планирование и выполнение.

Сбор данных необходим, чтобы воспринимать окружающую среду робота, чтобы он знал о том, что происходит вокруг него, но это также требует самосознания текущего положения робота в окружающей среде. Планирование выполняется с учетом желаемой цели и необходимой степени надежности в сложных условиях. Отслеживание и выполнение запланированных действий служит для непосредственного достижения запланированных задач.

Неудивительно, что все эти шаги предполагают очень интенсивное использование данных. Современные мехатронные устройства располагают широким спектром сенсорных приборов, таких как датчики измерения дальности, датчики положения, визуальные, тактильные датчики и другие механизмы, некоторые из которых вырабатывают большие объемы данных. Таким образом, робототехники имеют значительную историю работы с большими данными без явного упоминания этой концепции как таковой.

Специалисты в области робототехники также всегда занимались аналитикой. Обработка данных сенсоров и связывание этой информации с выполнением тех или иных действий посредством планирования включает в себя обработку и анализ данных на всех этапах вышеупомянутого цикла «сбор данных-планирование-выполнение». Инженеры в значительной степени полагаются на известные аналитические методы, основанные на машинном обучении, статистике, оптимизации и компьютерном зрении, и заимствуют их.

Но иногда робототехники придумывают оригинальные методы, которые изначально были разработаны для решения конкретных задач робототехники, такие как SLAM (англ. simultaneous localization and mapping — одновременная локализация и построение карты), которые позже используются в других целях. Задача SLAM связана с построением карты неизвестного пространства мобильным роботом во время навигации по строящейся карте. Задача SLAM состоит из множества частей [1]: нахождение ориентиров в пространстве, поиск их соответствий, вычисление местоположения, уточнение местоположения и положений ориентиров. Существуют различные способы реализации разных подзадач.

Метод SLAM сочетает в себе изначально отдельные процессы наблюдения и моделирования окружающей среды робота с оценкой собственной позиции робота в модели его среды. Данная концепция применяется для решения проблем, связанных, например, с поддержанием ситуационной осведомленности людей или групп, работающих в неопределенных и меняющихся условиях.

Задача SLAM, как правило, разбивается на следующие подзадачи:

1. Рекурсивный фильтр [2].
2. Нахождение ориентиров в пространстве.
3. Поиск соответствий между ориентирами.
4. Пересчет положения робота.
5. Уточнение положения ориентиров на карте.

На протяжении выполнения всего алгоритма, схематично проиллюстрированного выше, данные, получаемые датчиками, обрабатываются. На основании этих данных происходит поиск ориентиров и составляется их описание, которое далее используется для поиска соответствий. Ориентиры и описания хранятся в специальных структурах, динамически создаваемых во время выполнения алгоритма. При обнаружении ориентира происходит поиск соответствия в структуре, и, если данного ориентира в ней не существует, то он добавляется туда вместе со своим описанием. Ориентиры в структуре используются для вычисления и корректировки положения. Для того, чтобы уточнить положение объекта, применяется рекурсивный фильтр. Он также используется для оценки положения и скорости устройства, основываясь на множестве полученных неточных данных о локации. Затем, на основании результатов работы фильтра происходит корректировка положений всех найденных ориентиров, описание которых содержится в вышеупомянутой структуре.

Фильтр Калмана [3, 4] применяется для вычисления положения неподвижных пространственных ориентиров, так как они удовлетворяют свойству линейности, однако не получил широкого распространения в решениях SLAM задач.

Что касается будущих применений больших данных в робототехнике, эти две сферы будут продолжать сосуществовать и взаимно обогащать друг друга.

Рассмотрим в качестве примера методологии глубокого обучения: их появление и развитие в последние несколько лет является побочным эффектом увеличения темпов распространения больших данных и возрастающего успеха их применения в различных сферах, включая разработку визуальных датчиков в робототехнике. Было найдено множество способов применения парадигмы нейронной сети при анализе больших и сложных потоков данных для более эффективного решения задач робототехники, причем в нескольких случаях сообщество робототехников внесло свой вклад в развитие концепции глубокого обучения.

Популярность SLAM в первую очередь связана именно с появлением мобильной робототехники в помещениях. Как показала практика, использование GPS не может обеспечить приемлемое качество навигации для использования внутри помещений. Кроме того, SLAM предлагает отличную альтернативу встроеным картам, показывая, что работа робота возможна даже в отсутствие заранее построенной схемы локации.

Рассмотрим влияние роботизации на перспективы развития мира в условиях пандемии:

Исходя из аналитического обзора мирового рынка робототехники, подготовленного в 2019 году Sberbank Robotics Laboratory, по оценкам Всемирного экономического форума (The World Economic Forum, WEF) распространение роботов в 2021 году не только продолжится, но и удвоится в сравнении с сегодняшними показателями.

Кроме того, аналитикам Сбербанка удалось выделить несколько факторов, влияющих на рост рынка робототехники. К ним относятся повышение спроса на роботов, чему способствовала модернизация промышленности в КНР, рост инвестиций в отрасль, развитие трехмерной печати и прочих технологий, способствующих удешевлению и ускорению производства роботов. По их мнению, опасаться торможения роста в отрасли не стоит, так как эти три фактора сохраняют свою актуальность на ближайшие несколько лет.

Вообразить мир без робототехники уже не представляется возможным. На сегодняшний день отрасль робототехники подразделяют на промышленную и сервисную. В свою очередь сервисная робототехника включает решения для различных отраслей - от сельского хозяйства и медицины до образования и торговли. Ее развитие является приоритетным, и на нее во многом опирается Четвертая промышленная революция Industry 4.0. Под понятием Industry 4.0 принято подразумевать четвертую промышленную революцию. Она предполагает смену определения промышленного сектора путем внедрения новых цифровых технологий в производство, а также стимулирует огромный рост производительности.

Ожидаемо большее распространение получила промышленная робототехника. Электронная промышленность и автомобилестроение обеспечивают примерно треть спроса на робототехнику практически в равной степени, что связано с ростом спроса на продвинутую потребительскую электронику. Эта потребность также влияет на необходимость автоматизации процессов ее создания. Согласно отчету «World Robotics 2020», подготовленному Международной Федерацией Робототехники (IFR), в 2019 году было установлено 373 000 промышленных роботов во всем мире. Конечно, этот показатель на 12% ниже, чем в 2018, однако, высокий уровень продаж не падает. В качестве доказательства его устойчивости следует отметить, что общий объем используемых заводами манипуляторов составляет 2,7 миллиона, что является новым рекордом и на 12% больше показателя предшествующего года.

По данным за 2019 год в Европе был достигнут объем используемых роботов в количестве 580 тыс. Основным потребителем остается Германия, чей показатель составляет 221, 5 тыс., превосходя Италию в три раза, Францию в пять и примерно в десять раз Великобританию с их показателями в 74,4 тыс., 42 тысячи и 21,7 тыс. соответственно. Крупнейшим пользователем промышленных роботов в Америке стали США.

Достигнув нового рекордного уровня эксплуатации запасов в объемах 293,2 тыс., США обогнали Мексику и Канаду. Большинство роботов было импортировано из Японии и Европы [10].

Объем рынка роботов к 2020 году оценивается в 500 млрд. долларов, тысячи моделей роботов появляются ежегодно. На современном рынке робототехники доля России всего около 0,17%. По данным компании Нейроботикс объем отечественного рынка готовых роботов и компонентов в ближайшие год-два должен составить порядка 30 тыс. штук или примерно 3 млрд рублей.

Средняя стоимость антропоморфного робота (обладающего сходством с человеком) сейчас составляет 450 тыс. долл. По словам главного робототехника Фонда Сколково Альберта Ефимова, сейчас в России в год продается около 300 роботов. Это в 500 раз меньше, чем в развитых странах. Кроме крупных зарубежных автомобильных брендов внедрением робототехнологий у нас почти никто не занимается. В России на 10 тыс. работников предприятий в обрабатывающей промышленности приходится около 2-х роботов, в Китае и ЮАР - около 24, в Бразилии 5, в Индии примерно так же, как и в России. Российский рынок робототехники развит слабо, говорят аналитики, сравнивая уровень роботизации производств. В мире установлено 2,4 млн промышленных роботов, в России — около 6 тыс. (0,25%). В среднем по миру на 10 тыс. работников приходится 99 роботов, в России - только 5 (в 20 раз меньше).

Однако отечественные компании-разработчики не согласны признавать Россию отстающей, объясняя свою позицию особенностями российского рынка. На мировой арене доминирует промышленная робототехника, в России наиболее развита сервисная. Это роботы, «занятые» в обслуживании: в логистике, медицине, образовании, маркетинге, клининге. Этот сегмент ежегодно удваивается, а производители сервисной робототехники работают на экспорт, поставляя продукцию в десятки стран, включая лидеров роботизации - Японию, США, Европу.

Общих данных по российскому рынку нет. Даже дорожная карта по развитию робототехники — ключевой документ, регламентирующий развитие отрасли в рамках нацпроекта «Цифровая экономика» — не содержит каких-либо сведений о ее текущем состоянии.

Есть оценки в разрезе различных сегментов. Так, по данным Минкомсвязи и Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), опубликованном в апреле 2020 года, объем продаж промышленных роботов в 2018 году составил 3 млрд. рублей, в течение года установлено 1007 единиц, общее число промышленных роботов оценивалось в 5 тыс. Рынок робототехнических систем, включая ПО, проектирование, инжиниринг и другие сопряженные расходы, составил 9,1 млрд рублей. Он увеличился на 42% по сравнению с предыдущим годом. В компании «Промобот» считают, что в 2019 году темпы роста снизились до 5-6%. Таким образом, общее число установленных в России промышленных роботов составляет порядка 6 тыс. единиц. На мировом рынке промышленной робототехники Россия занимает не более 1% [10].

В ситуации, связанной с COVID-19, что существенно повлияло на все страны в 2020 году, предоставив шанс модернизировать и оцифровать производство на пути к восстановлению, автоматизация позволит сохранить производство в экономически развитых странах. Переориентирование производства так же возможно провести без ущерба для экономической эффективности. Однако, в этой ситуации стоит большее внимание уделить медицинскому сегменту, потому что именно сейчас мир ощутил необходимость в поиске достойной замены человека в опасной для него среде.

Когда многие предприятия и производства пришлось закрыть, дабы сократить распространение болезни, робототехника могла бы оказать ощутимую поддержку не только государствам, но и населению мира. Конечно, до сих пор многие опасаются безработицы, что может повлечь за собой автоматизация еще больших сверх деятельности человека и автоматизация. Так, в 2019 году Управление национальной статистики Великобритании сообщило о том, что 1,5 млн. рабочих в стране грозят увольнения из-за автоматизации. С 2011 по 2017 годы работу потеряли 25,3% продавцов супермаркетов.

Машины также заменили работников прачечных, сельскохозяйственных рабочих и шиномонтажников, число которых сократилось на 15% или более. Реакция общественности неоднозначна. Ведь потеря работы - существенная угроза для любого взрослого человека.

Однако, она все же не так значима, как потеря здоровья. В новой реальности пандемии очевидным стало то, что если бы бесконтактные продуктовые магазины Amazon были широко распространены, а доставка покупок беспилотниками налажена повсеместно, то множество людей не стали бы жертвами COVID-19. И если бы большинство заводов были полностью автоматизированы, то экономика пострадала бы значительно меньше.

Поэтому нет ничего удивительного в том, что более пристальное внимание было приковано к медицинским роботам. Миру уже известно множество разработок, используемых в здравоохранении.

Например, семейство хирургических роботоассистированных систем da Vinci [9], используемый для проведения ряда операций по всему миру, или робот Moxi [2], предназначенный для помощи медсестрам. Не менее известен Human support robot (HSR) [7], управляемый посредством мобильного приложения.

Однако, в условиях пандемии больше остальных отличился робот Hospi корпорации Panasonic [4]. Модернизовав ранее уже известную разработку, корпорация предложила использовать своих роботов в борьбе с распространением COVID-19. Теперь усовершенствованный робот Hospi-mist способен провести санитарную обработку медицинских учреждений, путем самостоятельного перемещения и распыления специальных дезинфицирующих средств [6].

Но на этом наши современники не остановились. Так как массовое тестирование по мнению многих экспертов в области здравоохранения и инфекционных заболеваний может стать очередной причиной возникновения новых вспышек пандемии, датские разработчики предложили свою альтернативу. Для этого разработчики датского робототехнического стартапа Lifeline Robotics попытались автоматизировать процесс тестирования на коронавирус и исключить из него участие медицинского персонала. Автономный робот предназначен для забора мазков из горла в целях проведения анализа на заболевание. Эта идея была хорошо воспринята и поддерживается датским инвестиционным фондом Vaekstfonden и университетской клиникой в Оденсе [8].

В стороне не остались исследователи MIT. Так как одной из проблем, вызванных распространением пандемии, являлось ограничение контакта с людьми, которые могли быть подвержены воздействию коронавируса, был разработан и использован Dr. Spot. Основой разработки стал четвероногий робот от Boston Dynamics, позволяющий использовать оборудование для бесконтактного мониторинга показателей здоровья пациента. Робот оснащен планшетом для обеспечения связи между пациентом и врачом, способен измерять жизненно важные показатели. Разработчики не отрицают того факта, что их идея не нова, однако, результаты оказались весьма многообещающими. Тем более в условиях, когда альтернативные системы требуют адаптации к местам лечения пациентов и не отличаются особой оперативностью [11].

Не отстают от других и ученые из Сингапура. В рамках программы по расширению тестирования на COVID-19 в масштабах всей страны, в новой автоматизированной лабораторной системе Rapid Automated Volume Enhancer (RAVE) ими были установлены высокочастотные роботы ABB. Система предназначена для автоматизации некоторых ручных операций, необходимых для исследования образцов. Обработывая около 4000 образцов в день, два комплекта RAVE вместе со вспомогательным демонстрируют рекордную для отрасли производительность. Более того применение RAVE не только повышает степень частоты анализов, но и снижает риск заражения лабораторных работников. RAVE была представлена в июле 2020 года, и с тех пор ABB получила дополнительный заказ на поставку еще 14 роботов [10].

Выводы: Как показывает ситуация в мире, роботы способны стать не только достойным помощником человеку, но и вполне неплохой альтернативой. Можно было бы предположить, что полная автоматизация медицинских учреждений возможна, но все же это не так. Согласно информации, опубликованной еженедельной газетой Die Welt немецкого издательства «Аксель Шпрингер-ферлаг», медики наравне с физиками и химиками практически незаменимы, так что риск потери работы для них составляет не более 1% [8]. По их же заявлениям к 2025 году почти восемь миллионов сотрудников в связи с цифровизацией Германии могут остаться без работы.

Однако, в качестве выхода из этой ситуации они предлагают населению повышать квалификацию, чтобы, когда появится необходимость, машиностроитель смог стать машинным супервизором, а инженер инженером по большому данным. Кроме того существует вероятность нехватки кадров в размере шести миллионов, что может сильно ударить по экономике страны [5].

Список литературы / References

1. Алевен В. Эффективная метакогнитивная стратегия: обучение на практике и объяснения с помощью компьютерного Cognitive Tutor. [Электронный ресурс] / В. Алевен, К. Кедингер. Режим доступа: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog2602_1/ (дата обращения: 09.02.2021).
2. Черненко Г.Т. Роботы: андройды, гиноиды, киборги / Редактор: Куберский И.Ю. И.: Балтийская книжная компания, 2016. 96 с.
3. Статья «ЮС: 10 прогнозов мирового развития робототехники на 2017 год и далее» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cm.ru/news/detail.php?ID=116066/> (дата обращения: 09.02.2021).
4. Sberbank Robotics Laboratory «Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://adindex.ru/files2/access/2019_07/273895_sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf/ (дата обращения: 09.02.2021).
5. Статья «Новые данные о мировом рынке робототехники». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robogeek.ru/analitika/novye-dannye-o-mirovom-rynke-robototehniki/> (дата обращения: 09.02.2021).
6. Минкомсвязь России и НАУРР «Перспективные направления применения робототехники в бизнесе». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/presentations/doklad.pdf/> (дата обращения: 09.02.2021).
7. Семейство хирургических робото-ассистированных систем da Vinci. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotrends.oi/robopedia/da-vinci/> (дата обращения: 09.02.2021).
8. Статья «Робот-медсестра, который должен помогать медицинским сотрудникам, снискал популярность и у пациентов». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/da-vinci/> (дата обращения: 09.02.2021).
9. Статья «Медицинские роботы Panasonic - HOSPI - оказывают помощь в больнице Чанги». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.polel.nj/all_news/meditsinskie-roboty-panasonic-hospi/ (дата обращения: 09.02.2021).

10. Статья «Роботы Panasonic очистят больницы от COVID-19». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robogeek.ni/roboty-v-meditsine/roboty-panasonic-ochistyat-bolnitsy-ot-covid-19/> (дата обращения: 09.02.2021).
11. Статья «Датские роботы будут брать мазки из горла на коронавирус». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robogeek.ru/roboty-v-meditsine/datskie-roboty-budut-brat-mazki-iz-gorla-na-koronavirus/> (дата обращения: 09.02.2021).
12. Статья «Роботы АБВ сокращают время на тестирование COVID-19 в Сингапуре». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://robogeek.ru/roboty-v-meditsine/roboty-abb-sokraschayut-vremya-na-testirovanie-covid-19-v-singapore/> (дата обращения: 09.02.2021).
13. *Kaiser Tobias*. Статья «Maschinen konnten 18 Millionen Arbeitnehmer verdrängen» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.welt.de/wirtschaft/artide140401411/Maschinen-koennten-18-Millionen-Arbeitnehmer-verdraengen.html/> (дата обращения: 09.02.2021).
14. *Riberio M.* Kalman and Extended Kalman Filters: Concept, Derivation and Properties, 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://users.isr.ist.utl.pt/~mir/pub/kalman.pdf/> (дата обращения: 09.02.2021).